

# RANCANG BANGUN ALAT PENGHITUNG PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DAN BIAYA PENGGUNAAN LISTRIK PADA KAMAR KOST MENGGUNAKAN *ETHERNET* SEBAGAI MEDIA TRANSMISI DATA

Medif Zepta Yogassasena

D3 Teknik Elektro, FTI, ITS dan medifzepta508@gmail.com

Betty Nur Qamarina

D3 Teknik Elektro, FTI, ITS dan ungsyaam@gmail.com

## Abstrak

Penelitian ini membahas masalah penentuan tarif listrik yang dibayarkan oleh setiap penghuni kos, karena kebutuhan energi listrik setiap penghuni kost berbeda-beda. Dengan permasalahan di atas, penentuan biaya listrik kost harus adil agar tidak merugikan salah satu pihak. Salah satu cara untuk mengatasi masalah di atas, maka dalam Tugas Akhir ini dibuat Alat Penghitung Penggunaan Energi Listrik Dan Biaya Penggunaan Listrik Pada Kamar Kost Menggunakan *Ethernet* Sebagai Media Transmisi Data. Alat ini dapat menentukan konsumsi energi listrik yang digunakan setiap kamar kost sesuai dengan yang digunakan, dengan cara mendapatkan data yang dihasilkan oleh sensor tegangan (*step down transformer*), sensor arus (*Current Transformer*), sensor beda fasa (*Zero Crossing Detector*) dan memprosesnya dengan mikrokontroler. Data penggunaan daya dapat diakses lewat *LabVIEW*. Hasil simulasi serta implementasi menunjukkan bahwa sistem menghasilkan nilai persentase eror dibawah 5 persen dengan alat ukur yang digunakan, saat kalibrasi sistem..

**Kata Kunci:** Sensor Arus, Trafo *Step-Down*, *Zero Crossing Detector*, *Ethernet*, Mikrokontroler.

## Abstract

*This research addresses the problem of determining how much is the electricity cost for the occupant, because electric source needs in every individual is a different even though in the same boarding house. Based on the problem above, the determination of electricity cost must be fair for every occupant so that there would be nobody suffers a financial cost. The writers suggest one of the solutions to overcome this problem through this final project. In this final project, Design and Implementation of Electricity and Cost Monitoring At A Boarding House Using Ethernet As A Data Transmission. This tool can determine electricity energy consumption that is used in every room in a boarding house. This can be done by getting data which is produced by the sensor voltage (step down transformer), current sensor (Current Transformer), sensor phase difference (Zero Crossing Detector) and process it using microcontroller. The data of the usage of electricity can be accessed though LabVIEW. The simulation and implementation results show that the system generate value percentage error below 5 percent from the measuring instrumentd used, when the system is calibrated.*

**Keywords:** Current Sensor, Step Down Transformer, Zero Crossing Detector, Ethernet, Microcontroller.

## PENDAHULUAN

Rumah kost merupakan tempat tinggal sementara untuk mahasiswa, pelajar, pekerja, atau siapapun yang beraktifitas jauh dari rumah atau sedang merantau. Dan pada saat ini sering dijumpai atau bahkan pernah mengalami permasalahan pembayaran tagihan listrik pada rumah kost yang kadang tidak sesuai dengan pemakaian sebenarnya, sehingga hal itu dapat merugikan penyewa kamar kost. Pada saat penyewa kost tidak menempati kamar kost untuk beberapa hari atau bahkan beberapa minggu tapi pada akhirnya biaya listrik yang diberikan pada penyewa kost masih tetap sama seperti hari-hari biasa saat penyewa kost masih tinggal di kost.

Mungkin hal tersebut kurang disadari oleh para penyewa kost, hal ini dapat terjadi dikarenakan biaya listrik pada tiap kamar kost hanya dikhususkan pada

peralatan-peralatan elektronik yang digunakan pada kamar tersebut, seperti kipas angin, komputer, setrika dan sebagainya. Sehingga penyewa kamar kost akan merasa dirugikan apabila peralatan-peralatan elektronik tersebut tidak atau jarang digunakan. Maka dari itu, perlu direalisasikan suatu alat yang dapat menentukan tarif listrik sesuai yang digunakan oleh penghuni kamar. Hal inilah yang menjadi dasar dalam pembuatan Tugas Akhir berupa alat yang dapat menentukan tarif listrik sesuai yang digunakan penghuni kamar yang kemudian bisa di akses oleh penghuni kamar melalui *LabVIEW*. Tujuannya adalah agar mempermudah dalam memantau penggunaan energi listrik.

Ada beberapa penelian yang telah dilakukan sebelumnya untuk menyelesaikan masalah *monitoring* penggunaan daya, metode pertama memfokuskan



*monitoring* penggunaan daya di kamar kost dengan menggunakan intranet sebagai media transmisi data, dan metode kedua memfokuskan *monitoring* penggunaan daya di gedung bertingkat.

Pada metode pertama menggunakan sensor arus Alegro ACS712 untuk mengetahui arus yang mengalir dari sumber diperlukan suatu rangkaian yang dapat mengubah besaran arus menuju ke sebuah peralatan elektronika dari sebuah sumber tegangan. Untuk sensor tegangan digunakan Trafo *step down* 500 mA, yang dimaksudkan agar keluaran dari trafo stabil dengan keluaran 3,5 Volt sehingga keluaran sinyal tersebut dapat dibaca oleh ADC dengan tegangan referensi 5 Volt [1].

Pada metode kedua menggunakan sensor arus dari trafo bekas pemakaian radio yang difungsikan sebagai trafo arus. Caranya adalah melilitkan kawat email yang dialiri listrik menuju beban di salah satu sisi trafo yang dialiri listrik menuju beban maka trafo CT tersebut akan terinduksi oleh arus yang mengalir pada beban sehingga menimbulkan tegangan pada trafo CT sisi sekunder tersebut. Besarnya tegangan yang diakibatkan arus yang mengalir pada sisi primer lewat impedansinya menimbulkan tegangan yang proporsional disisi sekunder sebagai representasi arus, tetapi hal tersebut mengakibatkan nilai induktansi yang tinggi. Sensor tegangannya memakai pembagi tegangan [2].

Pada Tugas Akhir ini dilakukan perancangan alat yang menggabungkan dua metode diatas yang terdiri dari perancangan sensor arus menggunakan *current transformer* 5A/2,5mA, yang diharapkan *ripple* dari *output* CT tidak mempunyai nilai induktansi yang tinggi, dan sensor tegangan menggunakan Trafo *step down* 350 mA, yang dimaksudkan agar keluarannya sebesar 6 Volt, setelah itu rangkaian sensor tegangan masuk ke *peak detector* untuk mengetahui nilai puncak tegangan yang dihasilkan. Hasil yang diharapkan adalah data yang diambil lebih akurat dan lebih mudah dalam mengaksesnya yaitu menggunakan *LabVIEW*.

## METODE

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologi, yaitu, studi pustaka, studi sistem, perancangan sistem, pembuatan *hardware*, pembuatan *software*, uji coba dan analisis data, evaluasi dan penyempurnaan alat, dan yang terakhir adalah penyusunan laporan berupa buku Tugas Akhir.

Pada tahap studi pustaka yang dilakukan adalah mencari literatur di ruang baca, perpustakaan atau di internet mengenai penggunaan *Ethernet*, mengenai sensor arus, sensor tegangan, dan sensor beda fasa serta AVR ATmega. Untuk survei data awal yang dilakukan dalam hal ini adalah dengan melakukan survei penentuan tarif dasar listrik pada kost. Pada tahap studi sistem

mempelajari tarif listrik pada rumah, dan mengamati sistem dari kWh meter. Selanjutnya, tahap perancangan sistem yang dimulai dengan pembacaan tegangan jala-jala. Karena kemampuan mikrokontroler yang hanya bisa membaca tegangan DC maksimum 5 volt, maka dibutuhkan Trafo *step down* dan rangkaian *peak detector*. Perancangan berikutnya adalah membaca arus beban. Karena mikrokontroler hanya bisa membaca tegangan dan maksimum 5 volt, maka dibutuhkan trafo arus dan rangkaian *peak detector*. Karena daya listrik AC ada,  $V \times I \times \cos \phi$  maka harus dibuat detektor beda fasa. Data pemakaian daya di-*monitoring* dari *LabVIEW* menggunakan RS 232 yang disambung dengan kabel RJ45 dan dapat diakses melalui PC.

Dalam pembuatan *hardware* dimulai dengan pembuatan rangkaian sensor tegangan yang menggunakan Trafo *step down*, pembuatan rangkaian sensor arus yang menggunakan *Current Transformer* dan pembuatan sensor beda fasa menggunakan rangkaian *Zero Crossing Detector*. Berikutnya, pembuatan *software* pada mikrokontroler (AVR ATmega) dan perancangan sistem *Ethernet* yang menggunakan RS 232 yang tersambung dengan TCP/IP agar bisa tersambung dengan internet. Setelah tahapan diatas selesai maka dilakukan uji coba dan analisis data yang dilakukan dengan cara mengaplikasikan langsung alat ini pada instalasi listrik dan mengirimkan data melalui *Ethernet* serta menganalisa ketepatan hasil alat dengan hasil sebenarnya.

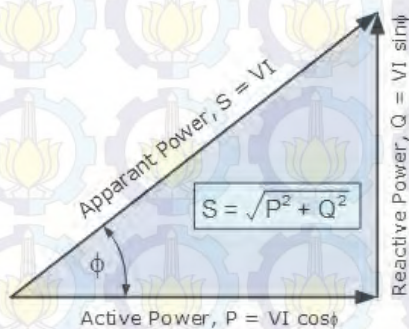
Setelah itu dilakukan evaluasi dan penyempurnaan alat. Pada tahap ini data yang diperoleh pada saat pengujian alat awal digunakan sebagai acuan untuk menganalisa kinerja sistem menggunakan perhitungan dan interpretasi data sebagai tindak lanjut dan penyempurnaan alat, sehingga alat tersebut dapat mengolah data yang benar sesuai dengan rencana awal. Dari hasil evaluasi dan analisis, akan ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan pada tahap akhir penelitian yaitu penyusunan laporan penelitian..

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Energi listrik atau daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Pada Gambar 1 merupakan segitiga daya yang menghubungkan daya aktif, daya reaktif, dan daya kompleks. Daya aktif adalah daya yang dibutuhkan oleh beban resistif. Daya aktif menunjukkan adanya aliran energi listrik dari pembangkit listrik ke jaringan beban untuk dapat dikonversikan menjadi energi lain. pada listrik AC perhitungan daya adalah sebagai berikut,  $P = V \times I \times \cos \phi$ . Satuan daya aktif adalah Watt. Daya reaktif



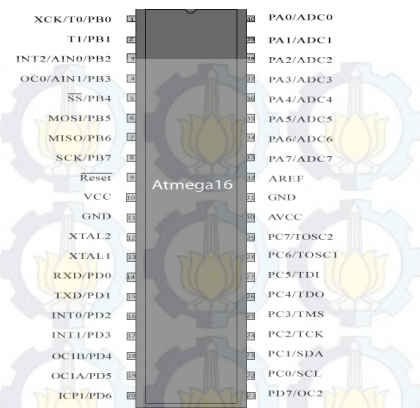
adalah daya yang menunjukkan adanya pergeseran grafik sinusoidal arus dan tegangan listrik AC akibat adanya beban reaktif. Daya reaktif memiliki fungsi yang sama dengan faktor daya atau juga bilangan  $\cos \phi$ . Daya reaktif ataupun faktor daya akan memiliki nilai ( $\neq 0$ ) jika terjadi pergeseran grafik sinusoidal tegangan ataupun arus listrik AC, yakni pada saat beban listrik AC bersifat induktif ataupun kapasitif. Sedangkan jika beban listrik AC bersifat murni resistif, maka nilai dari daya reaktif akan nol ( $=0$ ). Rumus dari daya kompleks adalah  $Q = V \times I \times \sin \phi$ , yang mempunyai satuan yaitu VAR. Daya kompleks adalah daya yang dihasilkan dari perkalian tegangan dan arus listrik. Daya kompleks merupakan daya yang diberikan oleh PLN kepada konsumen. Satuan daya kompleks adalah VA (Volt.Ampere). Daya kompleks didefinisikan sebagai besaran daya yang bagian realnya daya nyata dan bagian imajiner daya reaktif yang dapat dituliskan sebagai berikut :  $S = P + jQ$ .



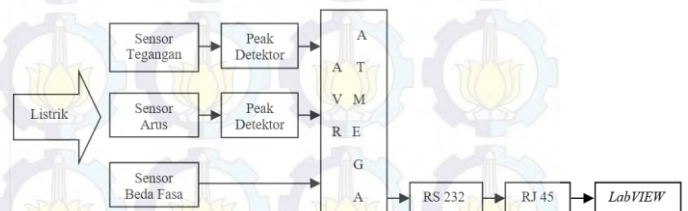
Gambar 1 Segitiga Daya

Setiap peralatan listrik di rumah sebenarnya hanya mencantumkan nilai daya listrik dalam Watt, yang merupakan daya aktif. contohnya mesin *jetpump* 150Watt, lampu TL 20Watt, AC 300Watt dan lain-lain. Bila semua peralatan listrik tersebut dipakai, maka total maksimum daya yang mampu disediakan hanya 1056Watt (bila rumah tersebut berlangganan listrik 1300VA). Untuk pelanggan perumahan, hanya penggunaan daya aktif dalam satuan watt yang dihitung oleh PLN. Karena itu alat pengukurnya disebut kWh-meter (Kilo-Watt Hour meter). Satu kWh adalah pemanfaatan energi listrik sebesar 1000 Watt dalam waktu 1 jam.

Sistem pengontrol pada tugas akhir ini menggunakan AVR ATmega jenis ATmega16 seperti pada Gambar 2 yang merupakan mikrokontroler CMOS 8 bit daya rendah berbasis arsitektur RISC. Instruksi dikerjakan pada satu siklus *clock*, ATmega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz, hal ini membuat ATmega16 dapat bekerja dengan kecepatan tinggi walaupun dengan penggunaan daya rendah [7].

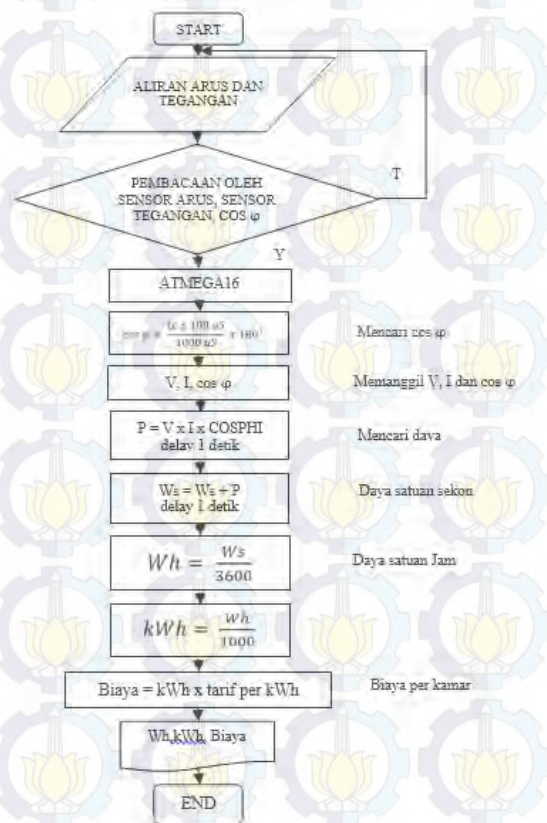


Gambar 2 Konfigurasi Mikrokontroler ATmega16



Gambar 3 Blok Fungsional

Secara keseluruhan, kerja alat yang dijelaskan pada Gambar 3 memiliki Integrasi dari beberapa komponen lain diantaranya Sensor Tegangan, Sensor Arus, Sensor Beda Fasa, Rangkaian *Peak Detektor*, ATmega16, RS 232. Dengan mengacu pada desain Alat, maka diagram alir kerja program dari ATmega 16 adalah dijelaskan pada Gambar 3.



Gambar 4 Flow Chart Sistem



Dimulai dengan mendeteksi adanya aliran arus dan tegangan, kemudian mengalami pembacaan oleh sensor arus dan sensor tegangan, bila pembacaan gagal, maka sistem akan mengulangi proses mendeteksi aliran arus dan tegangan, sedangkan bila pembacaan berhasil maka, sistem akan diproses oleh ATmega16 dengan memasukkan rumus  $P = V \times I \times \cos \phi$  untuk mendeteksi daya dan  $W_s = W_s + P$  untuk sistem penjumlahan daya persatuan detik, setelah itu Daya per satuan detik dikonversi menjadi daya persatuan jam dengan membagi daya per satuan detik dibagi dengan 3600, karena 1 jam = 3600 sekon. Lalu daya per satuan jam dikonversi ke *kilo watt hours* dengan cara dibagi 1000. Untuk biaya, nilai kWh dikali dengan tariff per kWh, dengan menggunakan tarif PLN terbaru pada bulan Juni 2016 dengan harga 1354,68. Berikutnya, sistem akan menampilkan Wh, kWh dan biaya. Desain tampilan menggunakan *LabVIEW* seperti pada Gambar 5



Gambar 5 Tampilan Pada *LabVIEW*

Pada Tabel 1 merupakan perbandingan daya pengukuran (daya yang ditampilkan pada LCD) dengan daya perhitungan yang menggunakan rumus  $P = V \times I \times \cos \phi$ . Dengan perbandingan tersebut menghasilkan persentase error, yang dapat dicari menggunakan rumus

$$\text{Persentase Error} = 100\% - \left( \frac{\text{Daya Pengukuran}}{\text{Daya Perhitungan}} \times 100\% \right).$$

Beban	Daya Pengukuran	Daya Perhitungan	Persentase Error
1 Lampu + Kipas Angin	121 Watt	115,6 Watt	4,6 persen
Electril Drill + 1 Lampu	176 Watt	173,4 Watt	1,49 persen
Electril Drill + Setrika	412 Watt	411,5 Watt	0,12 persen
Setrika + 2 Lampu	505 Watt	504,016 Watt	0,19 persen
Charger Laptop + 1 Lampu + Electril Drill	208 Watt	208,8 Watt	0,39 persen

Tabel 1 Data Penggunaan Daya

Dari pengujian peralatan, maka data daya yang didapat dari daya pengukuran berkisar 0-5%. Dari nilai error tersebut, maka hasil pengukuran masih dapat ditoleransi sehingga pengukuran masih dikatakan valid.

## PENUTUP

### Simpulan

Dari hasil pengujian sistem control, hasil desain dengan alat yang dibuat, dapat diambil kesimpulan bahwa hasil dari pengambilan data menunjukkan persentase error dibawah 5 persen yang menunjukkan bahwa alat bekerja dengan akurat, data yang dikirim ke *LabVIEW* terkadang mengalami error, namun tidak berakibat fatal pada data biaya listrik, sistem *interface* yang berupa *LabVIEW* mempunyai kekurangan yaitu harus di pantau dengan laptop menyala, bila tidak data akan hilang.

### Saran

Dengan memperhatikan beberapa kelemahan dan kekurangan proyek Tugas Akhir ini, maka diberikan beberapa saran yang dapat dikembangkan demi kesempurnaan dari proyek Tugas Akhir ini, adapun beberapa saran tersebut yaitu, sebaiknya pengambilan data lebih banyak dan berulang, untuk memastikan kemampuan alat serta keakuratan alat, Dalam *memonitoring* data yang ada sebaiknya dilakukan secara bertahap dengan rentang waktu yang stabil, dan data penggunaan energi listrik sebaiknya di *upload* ke internet dan diakses lewat *website*, agar data yang disimpan tidak hilang dan tidak harus diakses menggunakan laptop.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sukmawardi, I., Atnawijaya, H. B., "Rancang Bangun Alat Penghitung Penggunaan Daya Listrik Untuk Keperluan Kamar Kost Tersambung dengan Intranet", *Tugas Akhir*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2011.
- [2] Azid, M., Syaifullah, T., "Rancang Bangun Monitoring Pemakaian Daya Listrik Pada Miniatur Panel Listrik", *Tugas Akhir*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2013.
- [3] Hayt, W. H., Kemmerly, J. E., Silaban, P., "Rangkaian Listrik", Erlangga, Jakarta, 1988.
- [4] Gates, E. D., "Introduction To Electronics", Delmar, New York, 2012.
- [5] Taufan, Muhammad, *Current Transformator (CT) atau Trafo Arus*, <http://engineeringbuilding.blogspot.co.id/2011/08/current-transformer-ct-atau-trafo-arus.html/>, 21 Agustus 2013.
- [6] Kartinisari, E. N., Santoso, B. W., "Sistem Monitoring Daya dan Perancangan Switchung Kapasitor Untuk Perbaikan Faktor Daya Otomatis di Industri", *Tugas Akhir*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2012.
- [7] Wardhana, L., "Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega16 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi", ANDI, Yogyakarta, 2006.



- [8] \_\_\_\_\_, "*Planar UltraRes Series RS 232 User Manual*", Planar Ssystems Inc., USA, 2015.
- [9] \_\_\_\_\_, "*WIZ110SR User's Manual (Version 1.0)*", WIZnet Ltd., Korea, 2007.
- [10] Sigiyo, Stevani Agnesia., *Instrumentasi Virtual Menggunakan Labview dan Soundcard*. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/45580>, 16 April 2015.
- [11] K. Kondo, H. Terao, H. Abe, M. Ohta, K. Suzuki, T. Sasaki, G. Kawachi, J. Ohwada, "*Liquid Crystal Display Device*", filed Sep 18, 1992 and Jan 20, 1993.